

The Gel Properties of Alginate and Its Application in Modern Sweets

Suqin Fan, Jinlong Pang, Xinbing Chen, Zengying Dai, Xiqin Fa, Jian Dong, Xiaomei Wang

State Key Laboratory of Seaweed Active Substances, Qingdao Bright Moon Seaweed Group Co., Ltd., Qingdao Shandong

Email: fansq@bmscn.com

Received: Feb. 6th, 2019; accepted: Feb. 18th, 2019; published: Feb. 27th, 2019

Abstract

Alginate is extracted from seaweed, kelp and other valuable brown algae. Alginate is polysaccharide substance having good thickening, stability and improved quality, expanding the application scope in food industry. Soluble alginate aqueous solution can undergo ion exchange rapidly after meeting two valence metal ions such as calcium, generating gel with heat irreversibility, and locking a large amount of water into the gel structure. Using the gel characteristics, alginate can be used to produce jelly, pudding, fruit and vegetable paste, gel dessert stuffing, gel soft sweets, juice exploded eggs and other gel products, and can also be applied to all kinds of meat products. Alginate can also regulate human metabolism, prevent obesity, reduce blood sugar and blood pressure, and other effects. CAC stipulates that according to good GMP production standards, alginate products are allowed to be used in moderate amounts in food. The application prospect of alginate in modern food is very broad.

Keywords

Alginate, Gel, Fruit and Vegetable Paste, Yogurt, Pudding, Gel Products

褐藻胶的功能特性及其在凝胶制品中的应用

范素琴, 逢锦龙, 陈鑫炳, 代增英, 法希芹, 董健, 王晓梅

青岛明月海藻集团有限公司, 海藻活性物质国家重点实验室, 山东 青岛

Email: fansq@bmscn.com

收稿日期: 2019年2月6日; 录用日期: 2019年2月18日; 发布日期: 2019年2月27日

摘要

褐藻胶是提取自海带、巨藻等富价值的褐藻中的多糖类物质，因其具有良好的增稠、稳定和改良品质的作用，在食品行业的应用范围不断拓展。可溶性的褐藻胶水溶液在遇到钙等二价金属离子后可以迅速发生离子交换，生成具有热不可逆性的凝胶，并且把大量的水分锁定在凝胶结构中。利用该凝胶特性，褐藻胶可用于制作果冻、布丁、果蔬膏、凝胶点心馅、凝胶软糖、果汁爆爆蛋等各类凝胶产品，也可以应用于各类肉制品中。褐藻胶还具有调节人体新陈代谢、预防肥胖、降低血糖和血压等功效，CAC规定：按照良好的GMP生产规范，褐藻胶产品均允许在食品中适量使用。褐藻胶在现代凝胶食品中的应用前景非常广阔。

关键词

褐藻胶，凝胶，果蔬膏，酸奶，布丁，凝胶制品

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

海藻除了作为海洋蔬菜直接食用外，其另一主要用途就是用于提取多种功能性成分[1]。在蓝、绿、红、褐四大藻类中，褐藻是最具有提取价值的海藻。素有“智力元素”之称的碘[2]、功能性的糖醇甘露醇[3]、近年来市场火爆的“抗癌尖兵”褐藻糖胶都是从褐藻中提取而来[4]。目前全球使用最广泛的海藻提取功能性食品配料——褐藻胶，也是从海带、巨藻等褐藻中提取的天然海藻多糖类产品。

2. 褐藻胶简介

海藻酸至英国化学家 E.C.C. Stanford 在 1881 年首次从褐藻类海藻植物狭叶海带中提取发现以来，到 1929 年美国的 Kelco 公司将褐藻胶作为商品大量生产，历经了约 50 年时间，逐渐成为人类成熟应用的唯一产业化的天然阴离子盐类多糖物质[5]。后来以褐藻酸盐为主导的褐藻胶产业不断发展壮大，褐藻胶(褐藻酸钠)以其独特的凝胶、增稠、乳化功能和生物活性在食品行业的应用范围不断拓展，日益受到人们重视[6]。

褐藻胶主要包括褐藻酸钠、褐藻酸钾、褐藻酸钙、褐藻酸铵等，其中褐藻酸钠已经成为从天然海藻中提取的产销量最大的食品配料。

褐藻酸钠作为一种天然提取的高分子亲水胶体，在食品中应用具有良好的增稠、稳定、品质改良等作用。其与钙离子反应形成的褐藻酸钙更是一种独特地热不可逆凝胶[7]，这是褐藻酸钠区别于其他高分子胶体的显著特性。

褐藻酸钠不仅是一种安全的食品添加剂，而且可作为仿生食品或疗效食品的基材，由于它实际上是一种天然纤维素，可减缓脂肪、糖和胆盐的吸收，具有降低血清胆固醇、血中甘油三酯和血糖的作用，可预防高血压、糖尿病、肥胖症等现代病。它在肠道中能抑制有害金属如镉、镉、铅等在体内的积累，正是因为褐藻酸钠这些重要作用，在国内外已日益被人们所重视。日本人把富含褐藻酸钠的食品称为“长寿食品”，美国人则称其为“奇妙的食品添加剂”。

3. 褐藻胶的功能特性

作为食品添加剂，褐藻胶主要的功能有：增稠、稳定、组织改良和凝胶性。

3.1. 增稠性

褐藻胶溶于水可形成粘稠溶液，当 pH 接近蛋白质等电点时，还可以与溶液中蛋白质的形成可溶性的络合物，使黏度增大，可抑制蛋白质沉淀的产生，形成均一稳定的体系，其可用于饮料、调味汁、果酱及罐装制品的增稠剂，以提高制品的稳定性质[8]。

3.2. 稳定性

褐藻胶有很好的稳定性，作冰淇淋的稳定剂，可控制冰晶的形成，改善冰淇淋口感；许多乳制品，如精制奶酪、搅奶油、干乳酪等利用褐藻胶的稳定作用可防止食品与包装物的粘连；可作为上乳制品覆盖物，可使其稳定不变并防止糖霜酥皮开裂。

3.3. 水合、组织改良性

用在挂面、米粉等制作中添加褐藻胶可改善制品组织的粘结性，使其拉力强、弯曲度大，减少断头率；在面包、糕点等制品中添加褐藻胶，可改善制品内部组织的均一性和持水作用，延长贮藏时间。

3.4. 独特的热不可逆凝胶性能

海藻胶最重要的功能性质可能是它具有与 Ca^{2+} ，或除 Mg^{2+} 以外的其他多价阳离子反应形成胶体的能力。海藻胶体是透明的、坚韧的、具有弹性的，非热可逆的胶体，这种胶体在室温下有利于形成。海藻胶的其他主要性质是：

褐藻胶是应用最广泛的水溶性褐藻胶。褐藻胶遇到钙离子可迅速发生离子交换，生成凝胶。利用这种性质，将褐藻胶溶液滴入含有钙离子的水溶液中可产生海藻酸钙胶球，使用喷嘴，可制造出凝胶纤维；将含有钙离子的水溶液加入褐藻胶溶液，可生成凝胶冻。可应用于果冻，布丁、软糖，肉制品及各类仿生食品和素食食品。

褐藻胶与钙离子形成的凝胶具有热不可逆性，凝胶性能不受温度影响，可进行加热灭菌和微波炉等处理。

3.5. 成膜性

褐藻酸钠易溶于水，稍经处理即可成膜。可方便地作为冷藏的包复材料，主要用于肉类、水产品及其水果的冷藏保鲜。

3.6. 独特的生理功能

褐藻胶在胃肠里具有吸水性、吸附性、阳离子的交换和凝胶过滤等作用，对人体新陈代谢起到独特的调节效果；可以阻碍人体对胆固醇的吸收和降低血浆胆固醇，为预防人体发胖及动脉硬化起到一定的积极作用。

海藻胶大分子结构内主要嵌段之一的多聚古罗糖醛酸对一些有毒金属离子有选择性地吸收作用，它是迄今为止发现的抑制放射性铯吸收的最有效药物。据此许多学者尝试利用它排除人体中 Ba、Pb、Cd 等重金属离子和放射性元素所引起的病患取得了一定效果。

此外，褐藻胶是一种可食而又不易被人体消化的高分子多糖，因此可增加饱腹感，健康减肥；加快肠胃蠕动，预防便秘。

3.7. 褐藻胶与其他胶体的协同作用

褐藻胶与黄原胶、瓜尔豆胶、魔芋胶、羧甲基纤维素钠等具有良好的互溶性，可混合复配使用。

4. 褐藻胶的凝胶特性

可溶性的褐藻酸钠、钾等水溶液在遇到钙等二价金属离子后可以迅速发生离子交换，生成具有热不可逆性的凝胶，并且把大量的水分锁定在凝胶结构中。利用该凝胶特性，褐藻胶可用于制作各种凉粉、果冻、布丁、果蔬膏、凝胶点心馅、凝胶软糖、奶茶爆爆蛋等产品[9][10]。

当向可溶性的褐藻胶溶液中逐渐加入高价金属离子(镁、汞除外)时，会提高溶液粘度，直至形成凝胶。在食品中最常用的可溶性褐藻胶为褐藻酸钠，而作为凝胶交联剂的高价金属阳离子则为钙离子。

当海藻酸大分子与钙离子接触后，钙离子与两条褐藻胶分子链相连。通过盐键的形成，钙离子有助于把溶液中的分子聚集在一起。

在制备褐藻胶凝胶的过程中，胶体的形成速度取决于钙离子的扩散速度。钙离子的扩散速度可通过缓慢溶解的钙盐、pH 控制溶解的钙盐或者加入多价螯合剂，如磷酸盐来控制。食品中形成褐藻胶凝胶的基本方法包括以下几种：

第一种称为钙离子扩散法(又叫外部成型法)

韩国、日本人喜食的海藻晶脆丝、仿生的果肉粒都是将含有各种风味、营养物质的褐藻胶溶液通过或孔或片的特定滴制模型滴加到一定浓度的氯化钙、乳酸钙或葡萄糖酸钙溶液中制成的条状、粒状或珠状等产品。此种成型方法是钙离子在外部包围褐藻胶成分后逐渐渗透至褐藻胶内部形成凝胶的方法，称作钙离子扩散法，又叫外部成型法。

第二种称为原位成胶法(又叫内部成型法)

原位成胶法，即内部成型法是将螯合剂或酸控缓慢释放的钙离子，加入到海藻酸溶液中搅匀后，褐藻胶逐渐和所包围的缓慢释放的钙离子反应形成凝胶的方法。利用该方法制成的凝胶食品有凉粉、果冻[11]、果蔬膏、凝胶点心馅等[12]。

第三种为混合成胶法(内、外部成型法兼用的成型方法)

魔豆，又称爆爆蛋，是以二次成型的混合成胶法，将果汁包裹于薄薄的水藻酸钙膜之中，经齿间的轻轻咬合，噗兹蹦破流出甜甜果汁，给人留下奇特的口感和味觉享受。因为这薄薄的爆爆蛋外衣，是采用海藻为原料制成，由于它热量几乎为零，并蕴含丰富的膳食纤维，迅速成为红极一时的风靡食材。

5. 褐藻胶在海藻凝胶制品中的应用

随着人们生活水平的提高，肥胖、心脑血管疾病、三高等患者越来越多，人们对饮食的要求越来越高。如今越来越多的人群开始关注“健康饮食”，“茹素”是这几年出现的新风潮。“小康饮食调查”显示，在每日的菜谱中，“多是素食”或“完全是素食”的人占 23.5%，即约 4 个人当中就有一个有素食倾向，约有八成人认同多吃素少生病。因此，仿生素食产品以其“简便、卫生、富含营养”成了现今健康食品发展的新方向。

褐藻提取物富含海藻多糖，低脂肪，低热量，含有大量纤维素和多种人体所需的稀有微量元素，如碘、硒、钙等。它具有通常润便、减肥塑身、补钙、降血糖、降血脂等功效，还能选择性地清除汞、镉、铅等重金属致癌物，是新时代健康食品的新选择；同时由于褐藻胶(海藻酸钠)可以制作出各种模型的凝胶产品，也是新时代休闲食品关注的重要原辅料。

褐藻酸钠作为褐藻提取物的一员，是一种来自海洋的天然多糖，与钙离子可以形成热不可逆的、口感爽滑的凝胶产品；在加工过程中，添加各类食品元素、功效原料，可以将其制作成不同口味、不同造

型的健康食材和趣味食品，会成为您餐饮和休闲食品绝佳伴侣。

褐藻胶(海藻酸钠)是一种水溶性的膳食纤维，具有独特的凝胶性能，可加工制作仿生海藻脆丝、海藻凉粉、仿生发菜、仿生鱼子酱以及爆爆珠、仿生果肉等各种仿生食品，风味独特、食用方便、天然健康。

6. 褐藻胶的安全性、生理功能及在凝胶制品中的应用前景

早在 1994 年，世界卫生组织(WHO)与联合国粮农组织(FAO)下的食品添加剂和污染物联合专家委员会(JECFA)就规定：“海藻酸钠的每日容许摄入量(ADI)无需特殊规定”。同时，国际食品法典委员会(CAC)在《食品添加剂通用法典标准》中规定：“按照良好的 GMP 生产规范，海藻酸、海藻酸钠、海藻酸钾、海藻酸铵、海藻酸钙均允许在食品中适量使用”。

我国卫生部也在 1997 年批就以批准文号“97-65”批准“褐藻胶”是具有排铅功能物质，可用于制作各种保健食品。

2018 年 6 月 15 日，美国 FDA 批准海藻酸盐作为膳食纤维，可在营养标签中标注。

然而近年来更多的研究表明，海藻酸盐除了排除体内重金属，还具有以下独特的生理功能：

1) 海藻酸盐在胃肠里具有吸水性、吸附性、阳离子的交换和凝胶过滤等作用，对人体新陈代谢起到独特的调节效果；可以阻碍人体对胆固醇的吸收和降低血浆胆固醇，为预防人体发胖及动脉硬化起到一定的积极作用；

2) 海藻酸盐是一种可食而又不被人体消化的高分子多糖，因此具有增加饱腹感，健康减肥；加快肠胃蠕动，预防便秘；辅助降糖、降脂、降血压等功能[12]。

随着时代的发展，人们饮食结构逐渐发生变化，在“大健康”时代，低热量的产品已成为大势所需，褐藻胶以他独特的凝胶特性和功能特性，定会为我国功能型凝胶食品的发展带来广阔的空间！

参考文献

- [1] 金嫫, 王宏, 郭雪松. 海带的营养与保健[J]. 中国食物与营养, 2001(1): 41-42.
- [2] 严怡红. 胡萝卜营养价值与功能食品加工[J]. 食品研究与开发, 2003, 24(6): 121-123.
- [3] 凌关庭. 保健食品原料手册[M], 北京: 化学工业出版社出版, 2007.
- [4] 董庆利, 罗欣, 屠康. 熏煮香肠中脂肪、食盐、淀粉和水分含量对其质构的影响[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(5): 139~142.
- [5] 李红民, 陈韬, 范秀环. 淀粉添加量对西式香肠品质的影响[J]. 肉类工业, 2009, 335(3): 24-26.
- [6] 王钦德. 食品试验设计与统计分析[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 355.
- [7] 彭增起. 肉制品配方原理与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [8] 秦益民. 海藻酸[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008.
- [9] 胡国华. 复合食品添加剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [10] 李红兵. 褐藻胶理化性质研究和特种品种制备[D]: [博士学位论文]. 天津: 天津大学, 2005.
- [11] Guinard, J.X. and Mazzucchelli, R. (1996) The Sensory Perception of Texture and Mouth-Feel. *Trends in Food Science & Technology*, 7, 213-219. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(96\)10025-X](https://doi.org/10.1016/0924-2244(96)10025-X)
- [12] 詹晓平. 食用胶的生产、性能与应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2166-613X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjfn@hanspub.org